
ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:

1.	Przedmiot opracowania	5
2.	Merytoryczna podstawa opracowania	5
3.	Opis istniejącego budynku	5
4.	Ocena stanu technicznego	6
4.1.	Kryteria stosowane w ocenie stanu technicznego	6
4.2.	Ocena stanu technicznego	7
5.	Opis remontu	7
6.	Szczegółowy opis prac remontowych	7
7.	Wnioski	9
8.	Wyniki obliczeń sprawdzających	9
8.1.	Zestawienie obciążeń	9
8.2.	Wyniki obliczeń sprawdzających belek w stanie istniejącym	10
8.3.	Wyniki obliczeń sprawdzających dla odciążonych belek	10
8.4.	Wyniki obliczeń sprawdzających dla istniejącego dachu	11

SPIS RYSUNKÓW:

K-01 – WZMOCNIENIA W PIWNICY

K-02 – WZMOCNIENIA NA 3p.

K-03 – WZMOCNIENIE KONSTRUKCJI DACHU

1. Przedmiot opracowania

Niniejsze opracowanie stanowi projekt budowlano-wykonawczy dotyczący remontu w Zakładzie Patomorfologii Nowotworów w Centrum Onkologii mieszczącego się w Instytucie im. Marii Skłodowskiej-Curie Oddział w Krakowie.

2. Merytoryczna podstawa opracowania

a. Opinia techniczna o stanie technicznym stropu nad IIp. w budynku przy ul. Gancarskiej 9 i możliwości adaptacji pomieszczeń mieszkalnych IIIp. na pomieszczenia laboratoryjne i naukowe opracowana przez inż. Kazimierza Binka w lipcu 1994r.

b. Projekt remontu w branży architektonicznej opracowany przez Zespół Projektowy Kontrapunkt sp. z o.o. w lutym 2018r.

c. Oględziny budynku przeprowadzone w styczniu 2018r.

b. Normy, przepisy, literatura fachowa:

PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stale.

PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne.

PN-80/B-02010 Obciążenia budowli. Obciążenie śniegiem.

PN-77/B-02011 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.

PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.

PN-B-03150:2000 Konstrukcje Drewniane. Obliczenia statyczne i projekt.

3. Opis istniejącego budynku

Budynek w którym znajdują się remontowane pomieszczenia posiada 4 kondygnacje nadziemne i jedną podziemną. Budynek został zaprojektowany i wykonany w latach 1912 – 1914 przez Przedsiębiorstwo Budowlane W. Miarczyńskiego i R. Bandurskiego. Wg projektu budowlanego znajdującego się w Archiwum Miejskim budynek został wykonany jako murowany z stropami drewnianymi na dźwigarach stalowych, wyjątek stanowi strop nad piwnicą, który wykonano jako strop ceramiczny odcinkowy oparty na belkach stalowych. Budynek posiada klatkę schodową oraz windę osobową.

Na podstawie oględzin stwierdzono, że na przestrzeni lat w budynku nie były wprowadzone żadne istotne zmiany konstrukcyjne w układzie ścian nośnych jak również ścian działowych. Na podstawie wywiadu z użytkownikiem stwierdzono jedynie, że fragmentarycznie na różnych kondygnacjach

remontowane były stropy. Remont polegał głównie na odciążeniu stropu przez usunięcie polepy, zastąpieniu jej wełną mineralną i montażu płyt WPS 100 bezpośrednio na belkach stalowych.

Pierwotnie budynek został zaprojektowany jako mieszkalny, po wojnie funkcjonował jako lecznica związkowa, a w latach 50-tych XXw. przekształcono go na szpital onkologiczny. Na poszczególnych piętrach zlokalizowano pomieszczenia administracyjne i sale łóżkowe. W roku 1994 dokonano adaptacji pomieszczeń na IIIp na laboratorium Patomorfologii Nowotworów, które znajduje się tam do czasu obecnego. Zgodnie z normą PN-82/B-02003 w laboratoriach szpitalnych obciążenie użytkowe wynosi nie mniej niż 3.5kN/m^2 . Na podstawie obliczeń (pkt.7) stwierdzono, że istniejące stropy nad IIp. nie są w stanie przenieść wymaganego obciążenia i wymagają odciążenia i przez wymianę warstw podłogowych. Konstrukcję dachu stanowi więźba drewniana (prawdopodobnie oryginalna ew. odbudowana tuż po wojnie) o układzie płatwiowo kleszczowym. Krokwie $8\times 16\text{cm}$ w rozstawie co ok. 1m, płatwie pośrednie $16\times 16\text{cm}$, kleszcze $2\times 7\times 16\text{cm}$ podparte słupkiem $14\times 14\text{cm}$, słupy $16\times 16\text{cm}$, tramy $24\times 20\text{cm}$. Dach pokryty dachówką. Więźba dachowa wykazuje duże zużycie. Zgodnie z projektem remontu zakładane jest ocieplenie poddasza i wykończenie od środka płytami G-K – jako zabezpieczenie przeciwogniowe. Na podstawie obliczeń pkt. 8 stwierdzono, że więźba wymaga wzmocnienia zgodnie z załączonym rysunkiem.

4. Ocena stanu technicznego

4.1. Kryteria stosowane w ocenie stanu technicznego

Ocenę stanu technicznego poszczególnych elementów budynków przeprowadzone stosując następujące kryteria:

Stan techniczny	Stopień zużycia dla elementów konstrukcyjnych	Stopień zużycia dla elementów wykończenia	Uwagi
Bardzo dobry	0% – 10%	0 – 10%	elementy nowe, bez śladów zużycia i uszkodzeń
Dobry	11% – 20%	11% – 20%	elementy dobrej jakości, o dobrych walorach użytkowych
Zadowalający	21% – 30%	21% – 40%	elementy charakteryzujące się zauważalnym zużyciem
Dostateczny	31% – 50%	41% – 50%	elementy zużyte lub uszkodzone wymagające naprawy lub wzmocnienia
Niedostateczny, zły	51% – 70%	61% – 80%	elementy nie nadające się do dalszego użytkowania wymagające wymiany na nowe
Bardzo zły, awaryjny	powyżej 70%	powyżej 80%	elementy w fazie zniszczenia, konieczne natychmiastowe podjęcie czynności zabezpieczających lub naprawczych

4.2. Ocena stanu technicznego

Stropy międzykondygnacyjne

Stropy belkowe o konstrukcji stalowej. Zgodnie z obliczeniami niezbędne jest odciążenie stropu przez wymianę warstw stropowych. **Stan techniczny zadowalający.**

Konstrukcja dachu

Konstrukcja dachu drewniana. Elementy wykazują zużycie wynikające z upływu czasu, dodatkowo obliczenia wykazały, że w przypadku docieplenia i zabezpieczania konstrukcji dachu płytami p.poz. niezbędne jest wzmocnienie elementów konstrukcyjnych. **Stan techniczny dostateczny.**

Ściany murowane IIIp

Ściany murowane z cegły pełnej na zaprawie wapiennej. **Stan techniczny zadowalający.**

Ogólny stan techniczny elementów konstrukcyjnych IIIp i dachu umożliwia przeprowadzanie planowanego remontu. Niezbędne jest odciążenie stropu nad IIp oraz wzmocnienie konstrukcji dachu.

5. Opis remontu

W ramach projektowanych prac remontowych w branży konstrukcyjno-budowlanej w Zakładzie Patomorfologii Nowotworów przewidziano:

- a. w piwnicy
 - a. wykonanie izolacji ścian piwnic
 - b. wykonanie 4 przebić na drzwi w ścianach konstrukcyjnych,
 - c. wykonanie nowej podłogi na gruncie.
- b. na IIIp.
 - a. wyburzenie ścian działowych,
 - b. wykonanie 4 przebić na drzwi w ścianach konstrukcyjnych,
 - c. odciążenie i wzmocnienie belek stropowych,
 - d. wykonanie nowych warstw podłogowych,
 - e. wykonanie nowych ścian działowych,
- c. na poddaszu
 - a. wzmocnienie krokwi i płatwi istniejącego dachu,
 - b. montaż ocieplenia i płyt ogniochronnych.

6. Szczegółowy opis prac remontowych

- a. Impregnacja ścian piwnic.

Przed przystąpieniem do robót remontowych należy przeprowadzić szczegółową impregnację ścian i stropów dla zlikwidowania wszelkich ognisk wykwitów solnych oraz porażen grzybowych i porostów pleśni.

b. Osuszanie ścian piwnic i fundamentów.

Istniejące fundamenty i ściany piwnic budynku wykonane są bez skutecznych izolacji przeciwwilgociowych poziomych i pionowych. Przed przystąpieniem do robót remontowych należy osuszyć mury piwniczne i zabezpieczyć budynek przed ponownym zamakaniem. Od strony zewnętrznej wszystkie istniejące ściany fundamentowe izolować na całej wysokości z zastosowaniem izolacji przeciwwilgociowych typu średniego. Dodatkowo na wszystkich ścianach nośnych należy wyeliminować zjawisko podciągania przez ściany wody gruntowej poprzez wykonanie iniekcyjnej izolacji poziomej na możliwie najniższym poziomie ścian. Do robót osuszeniowych należy zastosować jedną ze sprawdzonych i skutecznych metod dostępnych na rynku budowlanym.

c. Wykuwanie/poszerzenie otworów drzwiowych w ścianach murowanych

Celem powiększenia istniejącego lub wykucia nowego otworu w ścianie murowanej należy zamontować stalowe nadproża z pary belek gorącowalcowanych. Nadproża należy montować zgodnie z poniższym opisem:

- a. tymczasowo podstemplować strop/ścianę w pobliżu ściany, w której wykuwany jest otwór,
- b. wykuć gniazda na poduszki betonowe po obu stronach wykuwanego otworu
- c. wykonać poduszki betonowe z betonu C20/25 na kruszywie piaskowym
- d. po osiągnięciu przez beton 0.7 nominalnej wytrzymałości można przystąpić do osadzania stalowych belek nadproży,
- e. piłą wyciąć bruzdę poziomą po jednej stronie ściany zgodnie z detalem na rysunkach wykonawczych, osadzić element stalowy,
- f. przestrzeń między belką, a ścianą należy wyklinować,
- g. następnie należy wykuć bruzdę na drugą belkę i wykonać czynności jw.
- h. belki stalowe połączyć ze sobą sworzniami M16
- i. po zamocowaniu belek przestrzeń między dwuteownikami, a murem dokładnie wypełnić „silną”, pęczniejącą zaprawą cementową
- j. nadproże wykończyć zgodnie ze sztuką budowlaną poprzez szpałdowanie „silną” zaprawą cementową, dla lepszej przyczepności betonu do stali profile wyłożyć siatką Rabitza.

- k. po osiągnięciu przez zaprawę odpowiedniej wytrzymałości (min. 7 dni) można przystąpić do rozebrania ściany murowanej w miejscu otworu.

Pracę wyburzeniową powinny być wykonywane elektronarzędziami.

d. Odciążenie stropu

- usunąć warstwy podłogowe wraz z polepą, aż do powały, nie naruszając przy tym konstrukcji ślepego pułapu, dokonać oceny stanu technicznego odsłoniętych belek, w razie konieczności oczyścić z rdzy lub wymienić uszkodzone belki,
- wykonać wzmocnienia belek zgodnie z rysunkiem i pomalować antykorozyjnie,
- ułożyć wełnę mineralną i zamontować blachę trapezową,
- wykonać warstwy podłogowe z suchego jastrychu,
- wykonać warstwy wykończeniowe.

7. Wnioski

- Projekt nie zmienia pierwotnie zaprojektowanej funkcji i sposobu użytkowania pomieszczeń objętych remontem.
- Odciążone i wzmocnione belki stropowe przenoszą obciążenie użytkowe 3.5 kN/m^2 w laboratoriach i 2 kN/m^2 na korytarzach.
- Remontowany strop nad II p. zabezpieczono od góry do REI60 w kolejnym etapie prac (np. w ramach kolejnego remontu) niezbędne jest zabezpieczenie ppoż. stropu od spodu przez montaż sufitu podwieszanego z płyt ogniochronnych G-K, 2x gr.15mm.

8. Wyniki obliczeń sprawdzających

8.1. Zestawienie obciążeń

Tablica 1. Istniejące warstwy stropowe

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m^2	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m^2
1.	Deszczułki podłogowe (przybijane) o grubości 22 mm [0.210kN/m ²]	0.21	1.10	--	0.23
2.	Ślepa podłoga grub. 3.2 cm [6.0kN/m ³ ·0.032m]	0.19	1.10	--	0.21
3.	Gruz ceglany z wapnem (polepa) grub. 18 cm [12.0kN/m ³ ·0.18m]	2.16	1.10	--	2.38
4.	Powała grub. 3.2 cm [6.0kN/m ³ ·0.032m]	0.19	1.10	--	0.21
5.	Belki drewniane (18x8cm w rozstawie co 1.0m)	0.09	1.10	--	0.10
6.	Podsufitka grub. 2.2 cm [6.0kN/m ³ ·0.022m]	0.13	1.10	--	0.14
7.	Tynk cementowo-wapienny grub. 1.5 cm [19.0kN/m ³ ·0.015m]	0.29	1.10	--	0.32
Σ :		3.26	1.10	--	3.59

Tablica 2. Projektowane warstwy stropowe

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m^2	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m^2
----	-----------------	-------------------------------	------------	-------	------------------------------

1.	Wykładzina PVC gr. 2mm [0.050kN/m ²]	0.05	1.20	--	0.06
2.	Suchy jastrych 2x płyta G-K ognioodporna gr. O łącznej grubości 27mm REI60	0.46	1.20	--	0.55
3.	Izolacja z płyty pilśniowej 10mm	0.03	1.20	--	0.04
4.	Płyta OSB 18mm	0.12	1.10	--	0.13
5.	Blacha trapezowa T92 gr.0.88mm	0.15	1.10	--	0.17
6.	Wełna mineralna w płytach półtwardych grub. 5 cm [1.0kN/m ³ ·0.05m]	0.05	1.20	--	0.06
7.	Powłoka grub. 3.2 cm [6.0kN/m ³ ·0.032m]	0.19	1.10	--	0.21
8.	Belki drewniane	0.09	1.10	--	0.10
9.	Podsufitka grub. 2.2 cm [6.0kN/m ³ ·0.022m]	0.13	1.10	--	0.14
10.	Tynk cementowo-wapienny grub. 1.5 cm [19.0kN/m ³ ·0.015m]	0.29	1.30	--	0.38
11.	Sufit podwieszany z płyt ogniochronnych na konstrukcji krzyżowej dwupoziomowej REI60	0.35	1.20	--	0.42
Σ:		1.91	1.18	--	2.25

Tablica 3. Obciążenia użytkowe

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zmienne (laboratoria szpitalne, sale operacyjne i zabiegowe, pralnie w budynkach mieszkalnych.) [3.5kN/m ²]	3.50	1.30	0.80	4.55
2.	Obciążenie zmienne w korytarzu (wszelkiego rodzaju budynki mieszkalne, szpitalne, więzienia) [2.0kN/m ²]	2.00	1.40	0.50	2.80

8.2. Wyniki obliczeń sprawdzających belek w stanie istniejącym

Belka stropowa, drewniana (C24, 8x18cm, L=260cm, W=100cm):

Profil	Material	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek	Prop.(uz)	Przyp.(uz)
Belka_18x8	C24	50.04	112.58	1.13	4 KOMB1	1.03	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*2 + 1(1+0.25)*3

Niewystarczająca nośność belek stropowych drewnianych, konieczne odciążanie stropu.

Belki stropowe, stalowe (In260 rozpiętości $L_1=4.65m$, $L_2=5.95m$, $L_3=6.15m$):

Profil	Material	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek	Prop.(uz)	Przyp.(uz)
IN 260	STAL	47.22	210.80	0.71	4 KOMB1	0.59	5 KOMB2
IN 260	STAL	57.82	258.12	1.07	4 KOMB1	1.08	5 KOMB2
IN 260	STAL	62.15	277.48	1.23	4 KOMB1	1.34	5 KOMB2

Niewystarczająca nośność belek stropowych stalowych o rozpiętości $L_2=5.95m$ i $L_3=6.15m$, konieczne odciążenie stropu lub wzmocnienie belek.

8.3. Wyniki obliczeń sprawdzających dla odciążonych belek

Belka stropowa, drewniana (C24, 8x18cm, L=260cm, W=100cm):

Profil	Material	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek	Prop.(uz)	Przyp.(uz)
Belka_18x8	C24	50.04	112.58	0.82	4 KOMB1	0.67	1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*2 + 1(1+0.25)*3

Po odciążeniu nośność belek stropowych, drewnianych jest wystarczająca.

Belki stropowe, stalowe (In260, rozpiętości L1=4.65m, L2=5.95m, L3=6.15m):

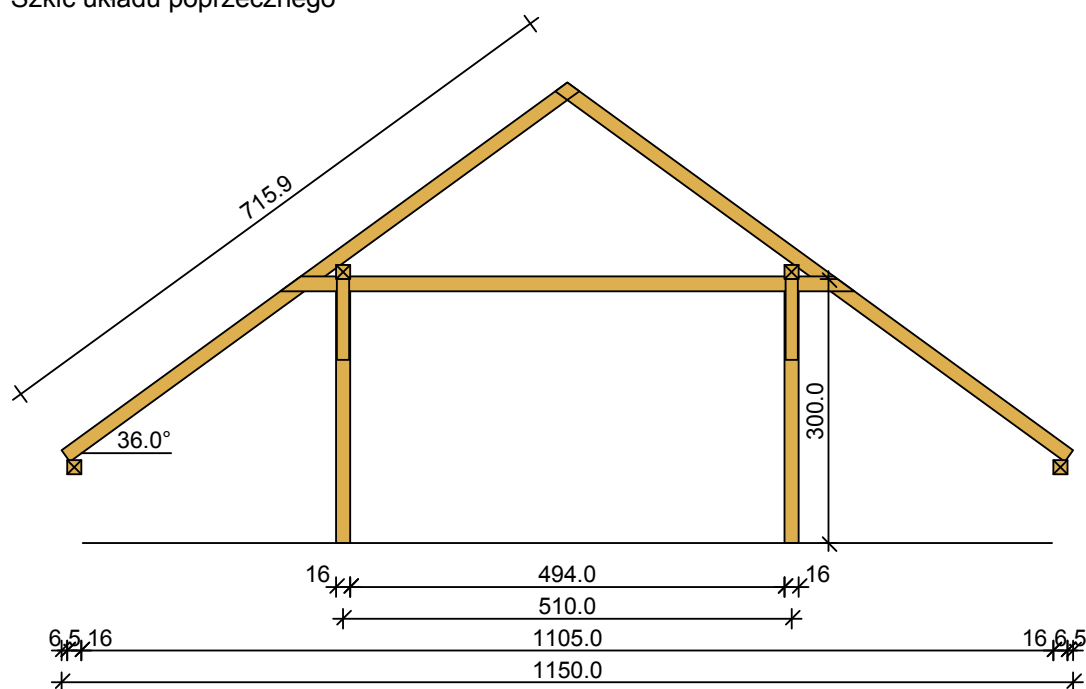
Profil	Material	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek	Prop.(uz)	Przyp.(uz)
IN 260	STAL	47.22	210.80	0.59	4 KOMB1	0.47	5 KOMB2
IN 260	STAL	57.82	258.12	0.89	4 KOMB1	0.87	5 KOMB2
IN 260	STAL	62.15	277.48	1.02	4 KOMB1	1.08	5 KOMB2

Po odciążeniu nośność belek stropowych, stalowych o rozpiętości L1 i L2 jest wystarczająca. Nośność belek o rozpiętości L3=6.15m jest przekroczona w niewielkim stopniu - belki te nie wymagają wzmocnienia.

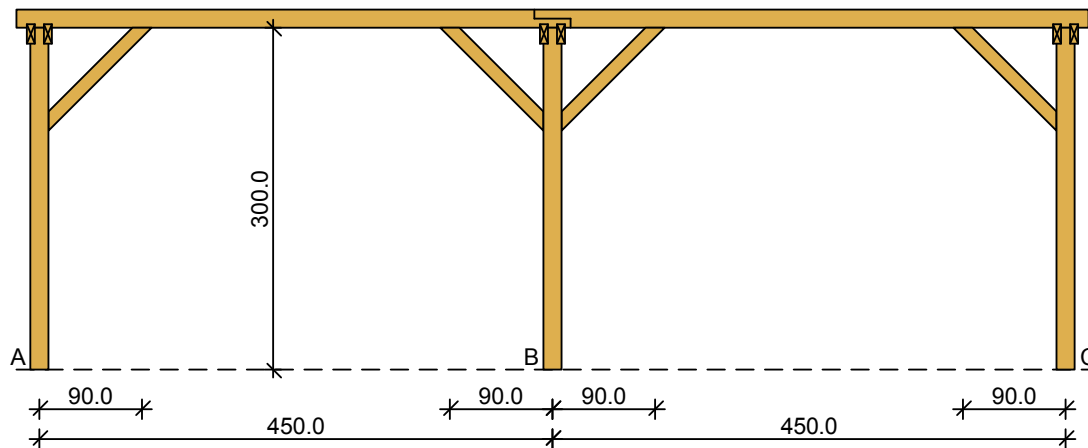
8.4. Wyniki obliczeń sprawdzających dla istniejącego dachu

DANE

Szkic układu poprzecznego



Szkic układu podłużnego - płatwi pośredniej

**Geometria ustroju:**

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 36.0^\circ$

Rozpiętość wiażara $l = 11.50$ m

Rozstaw podpór w świetle murłat $l_s = 11.05$ m

Rozstaw osiowy płatwi $l_{gx} = 5.10$ m

Rozstaw krokwi $a = 1.00$ m

Odległość między usztywnieniami bocznymi krokwi $= 0.30$ m

Płatew pośrednia złożona z dwóch odcinków:

- odcinek A - B o rozpiętości $l = 4.50$ m

lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem $a_{mL} = 0.90$ m

prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem $a_{mP} = 0.90$ m

- odcinek B - C o rozpiętości $l = 4.50$ m

lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem $a_{mL} = 0.90$ m

prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem $a_{mP} = 0.90$ m

Wysokość całkowita słupów pod płatew pośrednią $h_s = 3.00$ m

Rozstaw podpór poziomych murłaty $l_{mo} = 4.75$ m

Dane materiałowe:

- krokiew 8/16cm (zacios 3 cm) z drewna C24
- płatew 16/16 cm z drewna C24
- słup 16/16 cm z drewna C24
- kleszcze 2x 7/17 cm (zacios 3 cm) o prześwicie gałęzi 8 cm z drewna C24
- murłata 16/16 cm z drewna C24

Obciążenia (wartości charakterystyczne i obliczeniowe):

- pokrycie dachu (wg PN-82/B-02001:):

$$g_k = 0.650 \text{ kN/m}^2, \quad g_o = 0.780 \text{ kN/m}^2$$

- uwzględniono ciężar własny wiażara

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połąć bardziej obciążona, strefa 3, $A=300$ m n.p.m., nachylenie połaci 36.0 st.):

$$\text{na połaci lewej} \quad s_{kl} = 1.152 \text{ kN/m}^2, \quad s_{ol} = 1.728 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{na połaci prawej} \quad s_{kp} = 0.768 \text{ kN/m}^2, \quad s_{op} = 1.152 \text{ kN/m}^2$$

- obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotwałe

- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku $z = 10.0$ m):

$$\text{na połaci nawietrznej} \quad p_{klI} = -0.097 \text{ kN/m}^2, \quad p_{olI} = -0.146 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{na połaci nawietrznej} \quad p_{klII} = 0.184 \text{ kN/m}^2, \quad p_{olII} = 0.275 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{na stronie zawietrznej} \quad p_{kp} = -0.216 \text{ kN/m}^2, \quad p_{op} = -0.324 \text{ kN/m}^2$$

- ocieplenie na całej długości krokwi $g_{kk} = 0.350 \text{ kN/m}^2, \quad g_{ok} = 0.420 \text{ kN/m}^2$

- obciążenie montażowe kleszczy $F_k = 1.0 \text{ kN}, \quad F_o = 1.2 \text{ kN}$

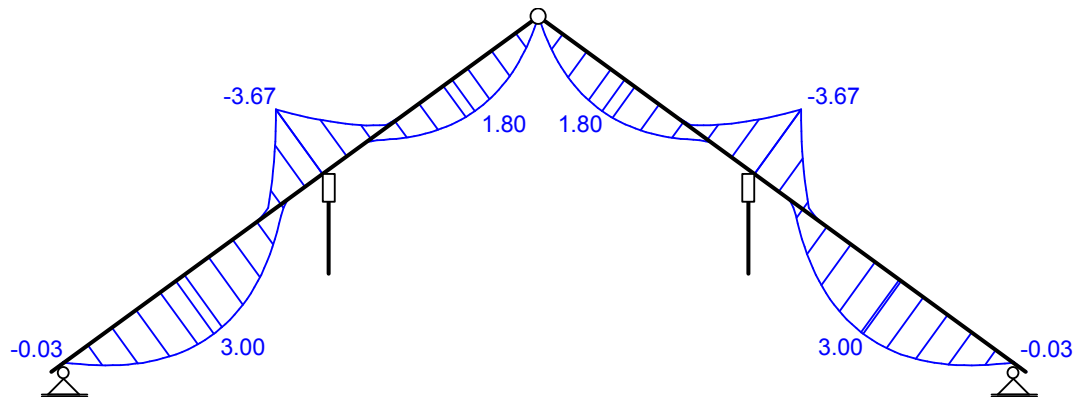
Założenia obliczeniowe:

- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- dach w obiekcie starym, remontowanym (zwiększenie ugięć granicznych o 50%)
- w obliczeniach statycznych krokwi uwzględniono wpływ podatności płatwi
- współczynniki długości wyboczeniowej słupa:

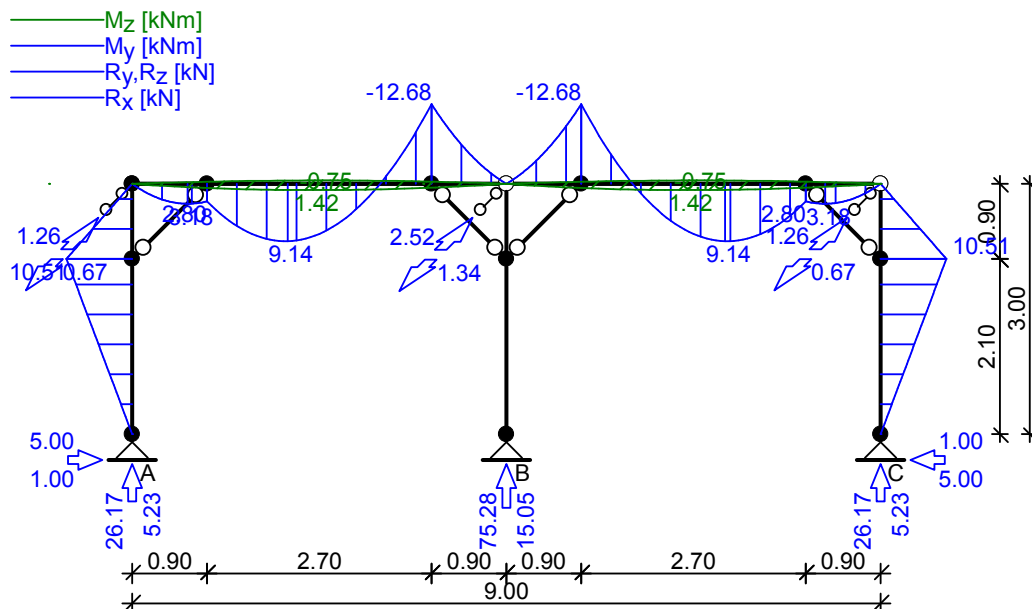
w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie
w płaszczyźnie wiązara $\mu_y = 1.00$

WYNIKI

Obwiednia momentów zginających w układzie poprzecznym:



Obwiednia momentów w układzie podłużnym - płatwi pośredniej:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2.5 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Krokiew 8/16 cm (zacios na podporach 3 cm)

Smukłość

$\lambda_y = 81.8 < 150$

$\lambda_z = 13.0 < 150$

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K15** stałe-max (podatność)+śnieg (podatność)+0.90·wiatr-wariant II (podatność)

$M_y = 3.00 \text{ kNm}$, $N = 9.76 \text{ kN}$

$f_{m,y,d} = 14.77 \text{ MPa}$, $f_{c,0,d} = 12.92 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 8.80 \text{ MPa}$, $\sigma_{c,0,d} = 0.76 \text{ MPa}$

$k_{c,y} = 0.446$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.728 < 1$

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.421 < 1$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze (płatwi)

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0.90·wiatr-wariant II

$$M_y = -3.67 \text{ kNm}, \quad N = 6.67 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14.77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12.92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 16.27 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0.64 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1.104 > 1 \quad (!!!)$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a płatwią)

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 10.64 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1.5 \cdot l / 200 = 1.5 \cdot 3776 / 200 = 28.32 \text{ mm} \quad (37.6\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K13** stałe-max (podatność)+śnieg (podatność)

$$u_{fin} = 2.51 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1.5 \cdot 2 \cdot l / 200 = 1.5 \cdot 2 \cdot 179 / 200 = 2.69 \text{ mm} \quad (93.4\%)$$

Płatew 16/16 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 21.7 < 150$$

$$\lambda_z = 21.7 < 150$$

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 14.18 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 0.56 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia w płatwi (odcinek B - C)

decyduje kombinacja: **K6** stałe-max+wiatr-parcie+0.90·śnieg

$$N = -38.56 \text{ kN}$$

$$M_y = -12.12 \text{ kNm}, \quad M_z = 1.36 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 11.08 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 11.08 \text{ MPa}, \quad f_{t,0,d} = 6.46 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} = 1.51 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 17.75 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 2.00 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 1.962 > 1 \quad (!!!)$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 1.535 > 1 \quad (!!!)$$

Maksymalne ugięcie (odcinek A - B)

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 17.76 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1.5 \cdot l / 200 = 20.25 \text{ mm} \quad (87.7\%)$$

Słup 16/16 cm

Smukłość (słup A)

$$\lambda_y = 104.6 < 150$$

$$\lambda_z = 65.0 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia (słup A)

decyduje kombinacja: **K6** stałe-max+wiatr-parcie+0.90·śnieg

$$M_y = -10.04 \text{ kNm}, \quad N = 25.02 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 11.08 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 9.69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 14.71 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0.98 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0.286, \quad k_{c,z} = 0.645$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1.681 > 1 \quad (!!!)$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1.484 > 1 \quad (!!!)$$

Kleszcze 2x 7/17 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 103.9 < 150$$

$$\lambda_z = 252.4 > 150 \quad (!!!)$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+montażowe

$$M_y = 1.82 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 20.31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4.97 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.245 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+montażowe

$$u_{fin} = 10.82 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1.5 \cdot l / 200 = 1.5 \cdot 5100 / 200 = 38.25 \text{ mm} \quad (28.3\%)$$

Murlata 16/16 cm

Część murlaty leżąca na ścianie

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 5.42 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 1.35 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężeniadecyduje kombinacja: **K5** stałe-max+wiatr

$$M_z = 3.27 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 16.62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 4.79 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.288 < 1$$

KONIEC;
Kraków, luty 2020r.